

(19)



Europäisches Patentamt  
European Patent Office  
Office européen des brevets

(11) Veröffentlichungsnummer:

**0 378 719**  
**A1**

(12)

# EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(21) Anmeldenummer: 89100802,1

(51) Int. Cl.<sup>5</sup>: H04L 27/02

(22) Anmeldetag: 18.01.89

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:  
25.07.90 Patentblatt 90/30

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
AT BE CH DE ES FR GB GR IT LI LU NL SE

(71) Anmelder: Siemens Aktiengesellschaft  
Wittelsbacherplatz 2  
D-8000 München 2(DE)

(72) Erfinder: Nosseck, Josef A., Dr.-Ing.  
Zugspitzstrasse 19  
D-8127 Iffeldorf(DE)  
Erfinder: Noll, Tobias, Dipl.-Ing.  
Rudi-Ismayrstrasse 9  
D-8056 Neufahrn(DE)  
Erfinder: Ens, Hermann, Dr.-Ing.  
Ahornstrasse 30  
D-8043 Unterföhring(DE)

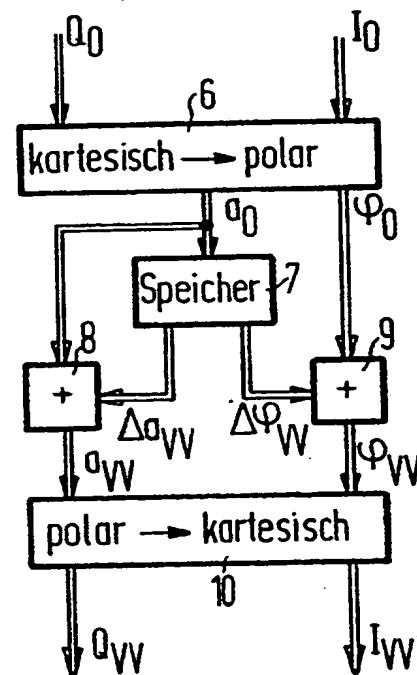
(54) Digitaler Verzerrer.

(57) Die Erfindung bezieht sich auf einen digitalen Verzerrer (Vor-oder Nachverzerrer) für die Sende-/Empfangeinrichtungen eines digitalen Nachrichtenübertragungssystems mit komplexer Amplitudenmodulation. Ein solcher Verzerrer soll insbesondere als Vorverzerrer bei Verwendung eines vor ihm angeordneten digitalen Impulsformungsfilters eine effektvolle Kompensation der Nichtlinearität des Sendeverstärkers und anderer Komponenten erlauben und gleichzeitig mit geringem Aufwand realisierbar sein.

Die Erfindung sieht hierzu eine Einrichtung (6) zur Umwandlung der den Signallort angehenden Daten  $I_0$  und  $Q_0$  der beiden Kanäle von kartesischen in polare Koordinaten  $a_0$  und  $\phi_0$  vor, sowie einen Speicher (7), dem von diesen Daten lediglich der Anteil des Betrages  $a_0$  zugeführt wird und der die zu jedem adressierten Betrag gehörenden Verzerrungswerte (Differenz von Soll-Signallort zu verzerrtem Signallort) nach Betrag und Phase enthält. Diese werden als Korrekturwerte (Verzerrwerte) zu den aus den  $I_0$ - und  $Q_0$ -Daten abgeleiteten Daten  $a_0$  und  $\phi_0$  des Signallortes in polaren Koordinaten addiert. Daran schließt sich eine Einrichtung (10) zur Umwandlung dieser vorverzerrten bzw. nachverzerrten Werte für den Betrag und die Phase des verzerrten Signallortes in polaren Koordinaten in die verzerrten Daten für den I- und Q-Kanal in entsprechende

kartesische Koordinaten an.

**FIG 4**



EP 0 378 719 A1

## Digitaler Verzerrer

Die Erfindung bezieht sich auf einen digitalen Verzerrer (Vor-oder Nachverzerrer) für die Sende- / Empfangseinrichtungen eines digitalen Nachrichtenübertragungssystems mit komplexer Amplitudenmodulation, insbesondere Quadraturamplitudenmodulation.

Um immer mehr Information pro Zeit und Frequenzband übertragen zu können, wird in modernen Digital - Richtfunksystemen mit Quadraturamplitudenmodulation die Modulationsstufenzahl immer weiter erhöht. Mit dieser zunehmend verfeinerten Quantisierung der Modulation dürfen nurmehr immer kleinere Signalverfälschungen, beispielsweise bedingt durch die Nichtlinearität des Sendeverstärkers oder auch anderer Systemkomponenten, zugelassen werden. Da in Sendeverstärkern geringste Nichtlinearität in der Regel nur mit großem Aufwand und damit verminderter Wirtschaftlichkeit erreichbar ist, werden im Richtfunksender sogenannte Vorverzerrer (predistorter) eingesetzt. Diese erzeugen eine Nichtlinearität, die invers sein soll zur Nichtlinearität des Sendeverstärkers und der übrigen nichtlinearen Systemkomponenten. Damit wird eine Kompensation der Nichtlinearität erzielt, die Signalübertragung verbessert, die Forderungen an den Sendeverstärker reduziert und damit die Wirtschaftlichkeit des System erhöht. Eine solche Einrichtung mit einem Vorverzerrer zur Linearisierung eines Leistungsverstärkers für ein digitales Datensystem ist beispielsweise aus der US - PS 4 291 277 bekannt.

Die Nichtlinearität des Sendeverstärkers wirkt durch zwei Effekte signalverfälschend, nämlich durch die Amplitudenkompression (AM - AM) und durch die Phasenkonversion (AM - PM).

Die Größe beider Effekte hängt von der Ansteuerleistung des Sendeverstärkers ab. Figur 1 zeigt, wie diese beiden Effekte ein mit Quadraturamplitudenmodulation (QAM) beaufschlagtes Signal verfälschen können. Es ist dabei ein Ausschnitt einer 16 QAM -Konstellation gezeigt, wobei die Soll - Lagen der Konstellationspunkte mit einem Kreuz, die Ist - Lagen mit einem Punkt eingezeichnet sind. Die Konstellationspunkte, d. h. die Signalwerte zum Abtastzeitpunkt, werden ausgehend von ihren Soll -Lagen im Abstand zum Ursprung (Amplitude) komprimiert und in ihrer Phase gedreht. Dies trifft die äußersten Signalpunkte am stärksten.

Ein Vorverzerrer, der diese Effekte des Sendeverstärkers kompensieren soll, muß also gegenläufige (inverse) Amplitudenexpansion und eine gegenläufige Phasenkonversion aufweisen. Er hebt die Signalamplituden vor dem Sendeverstärker so weit an, daß zusammen mit dessen Kompression die gewünschte lineare Übertragung zustande

kommt. Die Phase dreht er gegenläufig soweit, daß insgesamt eine amplitudenunabhängige Phase resultiert.

5 Analoge Vorverzerrer, wie sie bisher in der ZF - oder RF - Lage eingesetzt werden, haben nur eine begrenzte Anpassungsfähigkeit der Übertragungskennlinie an die zu kompensierende Kennlinie des Sendeverstärkers und eine begrenzte Flexibilität.

10 Eine Alternative hierzu sind digitale Vorverzerrer, die bereits im Basisband die noch digital vorliegenden Daten des Signals in den I - und Q - Kanälen entsprechend einer Vorverzerrung verändern. Die Funktion eines digitalen Vorverzerrers soll nachstehend anhand von Figur 2 erläutert werden. Es werden dabei die beiden Datenströme I und Q, die in digitaler Form den Ort des zum jeweiligen Zeitpunkt angesprochenen Signalpunktes in der komplexen Signalebene angeben, im digitalen Vorverzerrer so verändert, daß die Kompression und Drehung des Signalpunktes durch die Nichtlinearität des Sendeverstärkers gerade kompensiert wird. Ohne Vorverstärker würde der Sendeverstärker den Signalpunkt  $P_0$  aufgrund seiner Amplitudenkompression und Phasenkonversion um den Betrag  $\Delta A_{SV}$  komprimieren und um die Phase  $\Delta \phi_{SV}$  drehen, so daß man zum Punkt  $P_{SV}$  gelangt. Der Vorverzerrer soll nun die Signaldaten so verändern, daß aus dem Punkt  $P_0$  der Punkt  $P_W$  wird. Dieser weist einen um  $\Delta A_W$  höheren Betrag und eine um  $\Delta \phi_W$  verdrehte Phase auf.  $\Delta A_W$  und  $\Delta \phi_W$  sind dabei so gewählt, daß der mit dem vorverzerrten Punkt  $P_W$  angesteuerte Sendeverstärker aufgrund seiner Nichtlinearität genau den gewünschten Punkt  $P_0$  erzeugt. Die dazu notwendigen Werte  $\Delta A_W$  und  $\Delta \phi_W$  können aus den AM - AM und AM - PM Charakteristiken des jeweiligen Sendeverstärkers gewonnen werden.

20 Zwischen dem digitalen Vorverzerrer und der zu entzerrenden Nichtlinearität, also des Sendeverstärkers oder auch anderer Komponenten, soll keine nennenswerte Formung des Sendespektrums, also keine Filterung erfolgen. Eine entsprechende Frequenzabhängigkeit würde nämlich eine effektvolle Kompensation der Nichtlinearitäten wesentlich erschweren, wenn nicht gar verhindern.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, einen digitalen Verzerrer als Vor- oder Nachverzerrer in Sende- /Empfangseinrichtungen zu schaffen, der insbesondere als Vorverzerrer bei Verwendung eines vor ihm angeordneten digitalen Impulsformungsfilters eine effektvolle Kompensation der Nichtlinearität des Sendeverstärkers und anderer Komponenten erlaubt und gleichzeitig mit geringem Aufwand realisierbar ist.

Diese Aufgabe wird mit einem digitalen Verzer-  
rer (Vor- oder Nachverzerter) der eingangs be-  
schriebenen Art gemäß der Erfindung gelöst durch  
eine Einrichtung zur Umwandlung der den Signalort  
angegebenden Daten  $I_0$  und  $Q_0$  der beiden Kanäle (I-  
und Q-Kanal) von kartesischen in polare Koordina-  
ten  $a_0$  und  $\phi_0$ , durch einen Speicher, dem von den  
in polaren Koordinaten vorliegenden Daten ( $a_0$  und  
 $\phi_0$ ) lediglich der Anteil des Betrages ( $a_0$ ) zugeführt  
wird und der die zu jedem adressierten Betrag  
gehörenden Verzerrungswerte (Differenz von Soll-  
Signalort zu verzerrtem Signalort) nach Betrag und  
Phase enthält, die als Korrekturwerte (Verzerrwerte)  
zu den aus den  $I_0$  und  $Q_0$ -Daten abgeleiteten Daten  
 $a_0$  und  $\phi_0$ , des Signalortes in polaren Koordinaten  
Signalortes addiert werden, und ferner durch eine  
Einrichtung zur Umwandlung der nach vorgenann-  
ter Addition erhaltenen vorverzerrten bzw. nachver-  
zerten Werte für den Betrag und die Phase des  
verzerrten Signalortes in polaren Koordinaten in die  
verzerrten Daten für den I - und Q - Kanal in  
entsprechende kartesische Koordinaten.

Vorteilhafte Ausgestaltungen und Weiterbildun-  
gen des Erfindungsgegenstandes sind in den Un-  
teransprüchen angegeben.

Nachstehend wird die Erfindung anhand von in  
der Zeichnung dargestellten Ausführungsbeispielen  
näher erläutert.

Es zeigen:

Fig. 3 und 5 zwei verschiedene sendeseitige  
Systemkonfigurationen im Blockschaltbild mit ei-  
nem Vorverzerrer entsprechend der Darstellung in  
Fig. 4 bzw. 6,

Fig. 7 bis 11 verschiedene Ausführungsfor-  
men eines Vorverzerrers,

Fig. 12 eine empfangsseitige Systemkonfigu-  
ration mit einem digitalen Nachverzerrer,

Fig. 13 den zugehörigen digitalen Nachver-  
zerrer und

Fig. 14 u. 15 die Beschaltung des CORDIC -  
Operators als Beispiel für die Transformationen von  
kartesischen in polare Koordinaten und von pola-  
ren in kartesische Koordinaten.

Figur 3 zeigt eine sendeseitige Systemkonfigu-  
ration mit einem digitalen Vorverzerrer im Block-  
schaltbild. Dabei werden die Daten  $I_0$  und  $Q_0$  (oder  
ein Teil der Daten) des I - und Q - Kanals, die den  
Signalort in kartesischen Koordinaten angeben, und  
zwar in Betrag und Phase, über jeweils ein mit FF  
bezeichnetes Formfilter 1 bzw. 2 an die Eingänge  
eines digitalen Vorverzerrers 3 geführt. Den Aus-  
gängen des digitalen Vorverzerrers 3, der in Figur  
4 dargestellt und nachstehend näher erläutert wird,  
sind die Daten  $I_w$  und  $Q_w$  entnehmbar, die einer  
Einrichtung 4 zugeführt werden. Diese Einrichtung  
4 enthält einen D/A-Wandler, einen QAM-Modulator  
und einen Umsetzer. Das Ausgangssignal dieser  
Einrichtung 4 wird einem Sendeverstärker 5 zuge-

führt.

Figur 4 zeigt den bereits genannten digitalen  
Vorverzerrer 3. Dieser besteht aus einer Einrich-  
tung 6 zur Umwandlung der Daten  $I_0$  und  $Q_0$  von  
kartesischen in polare Koordinaten  $a_0$  und  $\phi_0$ . Die-  
se Einrichtung wird ebenso wie eine entsprechende  
Einrichtung zur Umwandlung von polaren in kartesi-  
sche Koordinaten an späterer Stelle näher erläu-  
tert. Von den Daten  $a_0$  und  $\phi_0$ , die den Signalort in  
polaren Koordinaten angeben, wird lediglich der  
den Betrag angegebende Anteil  $a_0$  einem Speicher 7  
zugeführt, der die zu jedem adressierten Betrag  
gehörenden Verzerrungswerte, d. h. die Differenz  
von Soll-Signalort zu verzerrtem Signalort nach Be-  
trag und Phase enthält. Diese Verzerrungswerte  
 $\Delta a_w$  und  $\Delta \phi_w$  werden in jeweils einem Addierer  
8, 9 zu den aus den  $I_0$  - und  $Q_0$  - Daten abgeleiteten  
Daten  $a_0$  und  $\phi_0$  des Signalortes in polaren Koordina-  
ten addiert. Man erhält so die vorverzerrten Wer-  
te für den Betrag  $a_w$  und die Phase  $\phi_w$  in polaren  
Koordinaten, die in einer nachfolgenden Einrichtung  
10 zur Umwandlung von polaren in kartesische  
Koordinaten in entsprechende vorverzerrte Daten  
 $I_w$  und  $Q_w$  für den I - und Q -Kanal Koordinaten  
umgewandelt werden.

Durch die Verwendung lediglich des Betrages  
 $a_0$  für die Addressierung des Speichers wird bei  
gleicher Auflösung des Signalortes wie in kartesi-  
schen Koordinaten die Anzahl der Addressbits we-  
sentlich verringert, was zu einer Verkleinerung der  
Speicher führt.

Figur 5 zeigt eine sendeseitige Systemkonfigu-  
ration mit einem digitalen Vorverzerrer 12, der in  
einem Parallelzweig zum Übertragungsweg einge-  
schaltet ist. Die Daten  $I_0$  und  $Q_0$  werden wiederum  
über jeweils ein Formfilter 11 bzw. 11' geführt und  
gelangen über jeweils einen D/A-Wandler 13 bzw.  
14 zu einem Addierer 15 bzw. 16, deren Ausgang  
mit jeweils einem Eingang eines QAM-Modulators  
17 verbunden ist. Im Ausgangsweg der Formfilter  
11 und 12 ist jeweils eine Leitungsverzweigung  
vorgesehen, von denen die Daten  $I_0$  und  $Q_0$  zu-  
gleich den Eingängen des digitalen Vorverzerrers  
13 zugeführt werden, dessen Ausgänge, die Diffe-  
renzwerte  $\Delta I_w$  und  $\Delta Q_w$  von Soll-Signalort zu ver-  
zerrtem Signalort als Korrekturwerte in kartesischen  
Koordinaten liefern. Diese Werte werden über je-  
weils einen D/A-Wandler 18 bzw. 19 an die Addie-  
rer 15, 16 geführt. In Abwandlung von dieser Aus-  
führungsform kann man die Addierer 15, 16 im  
Übertragungsweg vor den D/A - Wandlern 13, 14  
anordnen. Dann können die D/A - Wandler 18, 19  
im Parallelzweig entfallen.

Figur 6 zeigt den Aufbau des digitalen Vorver-  
zerrers 13 aus der Schaltung nach Figur 5. Der  
digitale Vorverzerrer 13 entspricht in seinem Auf-  
bau dem in Figur 4 im Detail dargestellten Vorver-  
zerrer 3. Die einzelnen Baugruppen, nämlich die

Einrichtung zur Umwandlung von kartesischen in polare Koordinaten, der Speicher, die beiden Addierer sowie die Einrichtung zur Umwandlung von polaren in kartesische Koordinaten sind daher mit gleichen Bezugszeichen versehen. Dasselbe trifft für die an den einzelnen Punkten der Schaltung eingetragenen Daten in kartesischen und polaren Koordinaten zu. Zusätzlich sind beim digitalen Vorverzerrer zwei Addierer 20 und 21 vorgesehen, in denen die den Signalort in kartesischen Koordinaten angegebenden Daten  $I_0$  und  $Q_0$  mit entgegengesetztem Vorzeichen zu den jeweiligen, die Verzerrung beinhaltenden Daten  $I_W$  bzw.  $Q_W$  am Ausgang zur Einrichtung zur Umwandlung von polaren in kartesische Koordinaten addiert werden. Dabei werden die Korrekturwerte  $\Delta I_W$  und  $\Delta Q_W$  für die Daten im I - Q - Kanal gebildet.

Figur 7 zeigt eine weitere Ausführungsform eines digitalen Vorverzerrers, bei dem im Unterschied zum Vorverzerrer nach Figur 4 der Speicher aus mehreren Speicherelementen 22,23 (mögliche Speicherzahl 1...n), die durch einen eingangsseitigen Umschalter 24 und zwei ausgangsseitige Umschalter 25,26 mittels einer entsprechenden Steuerung wechselweise anschaltbar sind. Dies ermöglicht es, in den einzelnen Speichern verschiedene Kennlinien von Nichtlinearitäten bewirkenden Bauelementen zu speichern sowie eine Anpassung an verschiedene Sendeleistungen des Verstärkers vorzunehmen. Die Steuerung erfolgt dabei in der Weise, daß bei der gewünschten Kennlinie bzw. Sendeleistung ein Steuersignal an die Umschalter gegeben wird zur Anschaltung des entsprechenden Schalterelementes. Dieser Aufbau ist selbstverständlich auch bei einem digitalen Vorverzerrer gemäß Figur 6 in gleicher Weise realisierbar.

Figur 8 zeigt einen digitalen Vorverzerrer, der gemäß dem nach Figur 6 ausgebildet ist. Hierbei ist eine Ansteuerung für den Speicher 7 in der Weise vorgesehen, daß der Speicherinhalt austauschbar ist, wodurch eine Selbstanpassung bei adaptiven Systemen möglich wird. Dies ist in der Figur durch einen zum Speicher geführten Pfeil (Speicherverwaltung) wiedergegeben. Diese Ausbildung ist in gleicher Weise auch bei einem Vorverzerrer nach Figur 4 möglich.

Eine weitere Ausführungsform eines digitalen Vorverzerrers zeigt Figur 9. Bei diesem ist, in Ergänzung zur Ausführungsform nach Figur 4, zwischen der Einrichtung 6 zur Umwandlung von kartesischen in polare Koordinaten und dem Speicher 7 ein von einem Steuersignal angesteuerter Multiplizierer 27 eingeschaltet. Mit diesem ist, ähnlich wie mit den umschaltbaren Speicherelementen, eine Anpassung an verschiedene Kennlinien und Sendeleistungen des Verstärkers möglich.

Figur 10 zeigt, in Abwandlung zum Vorverzerrer nach Figur 9, eine Ausführungsform, bei der im

Ausgangskreis des Speichers 7 Multiplizierer angeordnet sind, und zwar ein Multiplizierer 28 im Signalweg des Korrekturwertes  $\Delta a_W$  des Betrages und ein Multiplizierer 29 im Weg für den Korrekturwert  $\Delta \phi_W$  der Phase. Beide Multiplizierer 28 und 29 werden von einer gemeinsamen Steuerung 30 angesteuert. Auch hierbei läßt sich durch die Multiplizierer eine Anpassung an unterschiedliche Kennlinien und verschiedene Sendeleistungen des Verstärkers vornehmen.

Eine weitere Ausführungsform eines digitalen Vorverzerrers zeigt Figur 11, bei dem ähnlich dem Vorverzerrer nach Figur 9 zwischen der Einrichtung zur Umwandlung von kartesischen in polare Koordinaten und dem Speicher ein Multiplizierer 27 eingefügt ist und ferner der Speicher entsprechend dem Vorverzerrer nach Figur 7 aus mehreren Speicherelementen 22,23 besteht. Letztere sind durch ein- und ausgangsseitige Umschalter 24 bzw. 25,26 umschaltbar. Hierfür ist eine Steuereinrichtung 31 vorgesehen, die ihre Steuersignale entsprechend der Kennlinie bzw. der gewählten Sendeleistung innerhalb der Sendeeinrichtungen abgibt.

Figur 12 zeigt eine empfangsseitige Systemkonfiguration mit einem digitalen Nachverzerrer. Dabei werden die von einer Antenne 32 aufgenommenen analogen Signale über einen Empfänger 33 einem Demodulator 34 zugeführt, dessen Ausgangssignale in digitaler Form vorliegen. Die dabei abgegebenen Daten  $I_0$  und  $Q_0$  der beiden Kanäle werden einem digitalen Nachverzerrer 35 zugeführt, der in entsprechender Weise wie ein digitaler Vorverzerrer wirkt. Er liefert die verzerrten Daten  $I_{NV}$  und  $Q_{NV}$  für den I - und Q - Kanal in kartesischen Koordinaten.

Ein digitaler Nachverzerrer der vorstehend genannten Art zur Kompensation der Nichtlinearitäten ist in Figur 13 dargestellt. Er ist analog zu den vorstehend beschriebenen digitalen Vorverzerrern aufgebaut, d. h. mit einer eingangsseitigen Einrichtung 36 zur Umwandlung der kartesischen in polare Koordinaten, einer Speichereinrichtung 37, Addierern 38,39 sowie einer ausgangsseitigen Einrichtung 40 zur Umwandlung der polaren in kartesische Koordinaten. Die Speichereinrichtung 37 besteht dabei aus einem Speicher und einem vorgeschalteten Speichertreiber, dem von den in polaren Koordinaten vorliegenden Daten der Anteil des Betrages  $a_0$  zugeführt wird. Alternativ sind Verbindungen von den Eingängen der Einrichtung 36 zur Umwandlung von kartesischen in polare Koordinaten, an denen die den Signalort angegebenden Daten  $I_0$  und  $Q_0$  anliegen, zum Speichertreiber vorgesehen. Dies ist durch die strichliert gezeichneten Leitungsverbindungen dargestellt.

Die Transformationen von kartesischen Koordinaten in polare Koordinaten und umgekehrt können beispielsweise mittels des CORDIC-Operators

durchgeführt werden. Nähere Ausführungen hierzu finden sich in dem Aufsatz "A unified algorithm for elementary functions" von J. S. Walter erschienen in Proc. Spring Joint Computer Conference, 1971, pp.379-385. In Figur 14 ist die Beschaltung des CORDIC-Operators für die Transformation von kartesischen in polare Koordinaten (vectoring mode) und in Figur 15 für die Transformation von polaren in kartesische Koordinaten (rotate mode) angegeben. Es werden dabei im ersten Fall aus den Eingangsdaten  $I_0$ ,  $Q_0$  und  $\emptyset$  die Ausgangsdaten  $a_0$ ,  $\emptyset$  und  $\phi_0$ , im zweiten Fall aus den Eingangsdaten  $a_w$ ,  $\emptyset$  und  $\phi_w$  die Ausgangsdaten  $I_w$ ,  $Q_w$  und  $\emptyset$  gewonnen.

#### Bezugszeichenliste

- 1, 2 - Formfilter
- 3 - dig. Vorverzerrer
- 4 - Einrichtung mit D/A-Wandler, QAM-Modulator und Umsetzer
- 5 - Sendeverstärker
- 6, 36 - Einrichtung zur Umwandlung der Daten von kartesischen in polare Koordinaten
- 7 - Speicher
- 8, 9 - Addierer
- 10, 40 - Einrichtung zur Umwandlung der Daten von polaren in kartesische Koordinaten
- 11, 11' - Formfilter
- 12 - dig. Vorverzerrer
- 13, 14 - D/A-Wandler
- 15, 16 - Addierer
- 17 - QAM-Modulator
- 18, 19 - D/A-Wandler
- 20, 21 - Addierer
- 22, 23 - Speicherelemente
- 24, 25, 26 - Umschalter
- 27, 28, 29 - Multiplizierer
- 30, 31 - Steuereinrichtungen
- 32 - Antenne
- 33 - Empfänger
- 34 - Demodulator
- 35 - dig. Nachverzerrer
- 37 - Speichereinrichtung
- 38, 39 - Addierer

#### Ansprüche

1. Digitaler Verzerrer (Vor- oder Nachverzerrer) für die Sende/Empfangseinrichtungen eines digitalen Nachrichtenübertragungssystems mit komplexer Amplitudenmodulation, insbesondere Quadraturamplitudenmodulation, **gekennzeichnet durch** eine Einrichtung zur Umwandlung der den Signalort angegebenden Daten  $I_0$  und  $Q_0$  der beiden Kanäle (I- und Q-Kanal) von kartesischen in polare Koordina-

ten  $a_0$  und  $\phi_0$ , durch einen Speicher, dem von den in polaren Koordinaten vorliegenden Daten ( $a_0$  und  $\phi_0$ ) lediglich der Anteil des Betrages  $a_0$  zugeführt wird und der die zu jedem adressierten Betrag gehörenden Verzerrungswerte (Differenz von Soll-Signalort zu verzerrtem Signalort) nach Betrag und Phase enthält, die als Korrekturwerte (Verzerrwerte) zu den aus den  $I_0$ - und  $Q_0$ -Daten abgeleiteten Daten  $a_0$  und  $\phi_0$  des Signalortes in polaren Koordinaten addiert werden, und ferner durch eine Einrichtung zur Umwandlung der nach vorgenannter Addition erhaltenen vorverzerrten bzw. nachverzerrten Werte für den Betrag und die Phase des verzerrten Signalortes in polaren Koordinaten in die verzerrten Daten für den I- und Q-Kanal in entsprechende kartesische Koordinaten.

2. Verzerrer nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß die den Signalort in kartesischen Koordinaten angegebenden  $I_0$ - und  $Q_0$ -Daten zugleich direkt in einem Summationspunkt zu den jeweiligen, die Verzerrung beinhaltenden Daten für den I- und den Q-Kanal am Ausgang der Einrichtung zur Umwandlung von polaren in kartesische Koordinaten mit entgegengesetzten Vorzeichen addiert werden unter Bildung des Korrekturwertes für die Daten im I- und Q-Kanal.

3. Verzerrer nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Umwandlung der Daten von kartesischen in polare Koordinaten und in umgekehrter Richtung mittels des CORDIC-Operators erfolgt.

4. Verzerrer nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **gekennzeichnet durch** seine Verwendung als Vorverzerrer auf der Sendeseite eines Übertragungssystems und seine Anordnung zwischen einem Impulsformungsfilter und dem mit einem QAM-Modulator in Reihe liegenden Sendeverstärker.

5. Verzerrer nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **gekennzeichnet durch** seine Verwendung als Nachverzerrer auf der Empfangsseite eines Übertragungssystems und seine Anordnung nach dem Demodulator im digitalen Teil des Signalweges.

6. Verzerrer nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Speicher aus mehreren Speicherelementen besteht, die durch gesteuerte ein- und ausgangsseitige Umschalter wechselweise einschaltbar sind.

7. Verzerrer nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Speicherinhalt austauschbar ist.

8. Verzerrer nach einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet**, daß zwischen der Einrichtung zur Umwandlung von kartesischen in polare Koordinaten und dem Speicher ein von einem Steuersignal angesteuerter Multiplizierer eingeschaltet ist.

9. Verzerrer nach einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet**, daß in die die Kor-

rekturwerte von Betrag und Phase abgebenden Ausgangskreise des Speichers jeweils ein von einer gemeinsamen Steuereinrichtung angesteuerter Multiplizierer eingeschaltet ist.

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

FIG 1

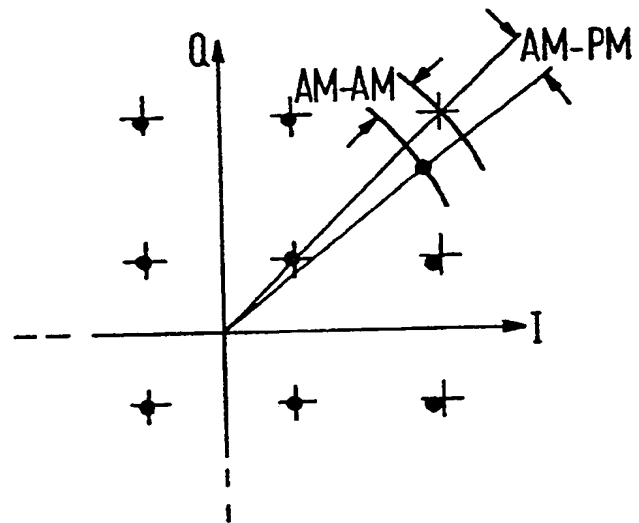


FIG 2

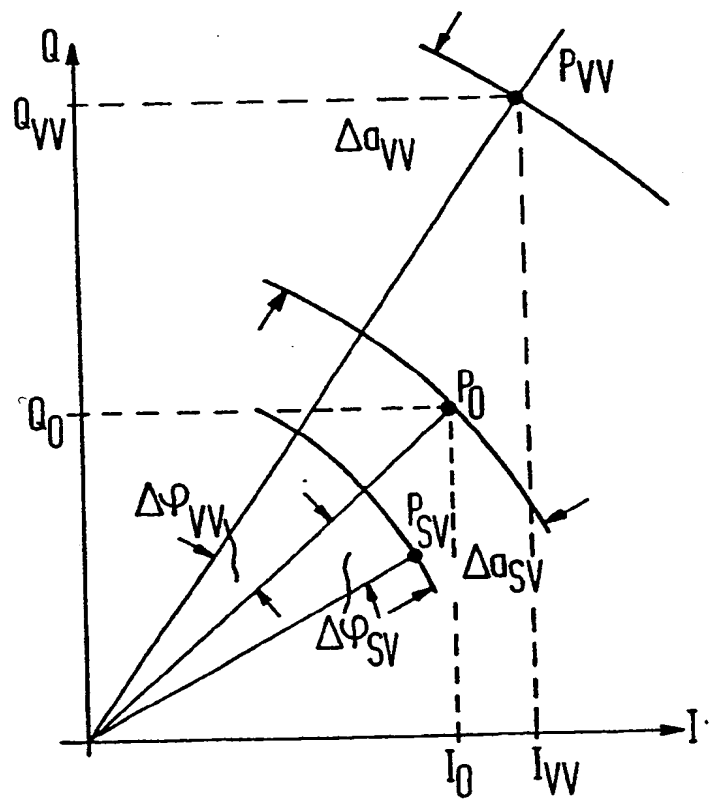


FIG 3

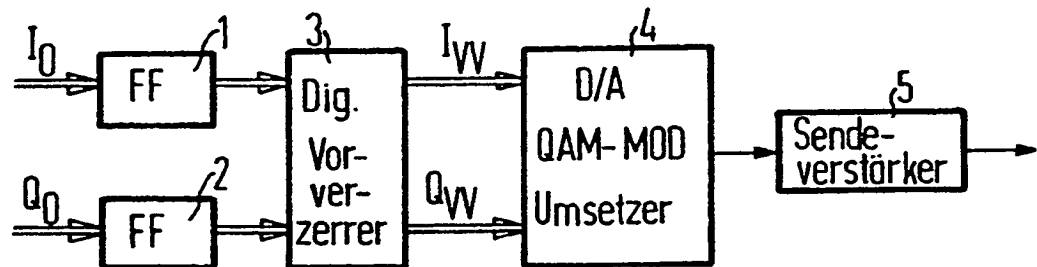


FIG 4

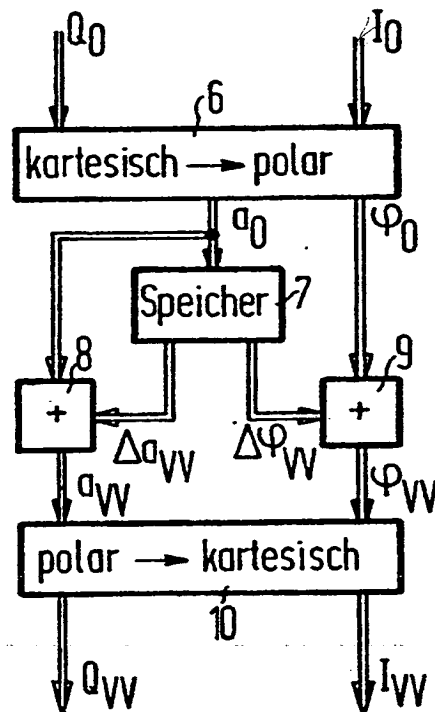




FIG 5

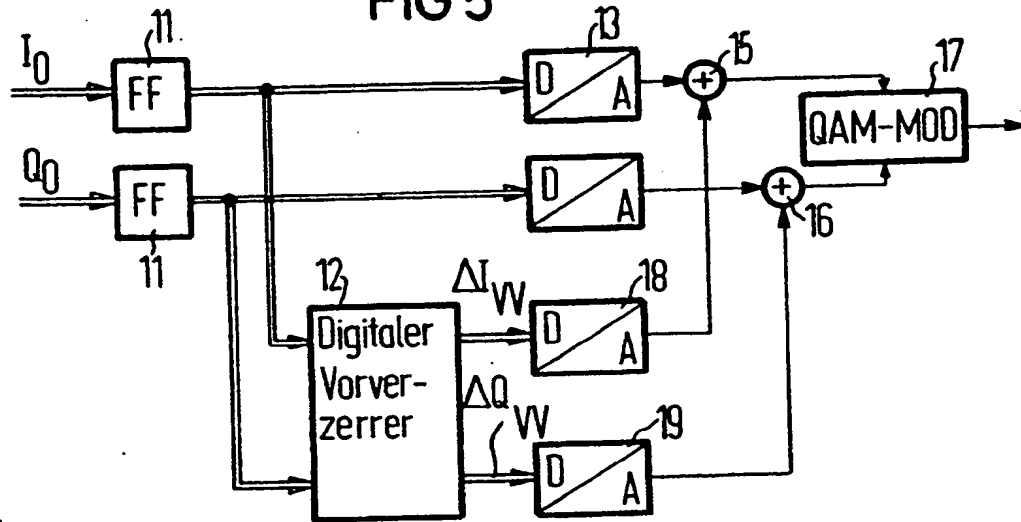


FIG 6

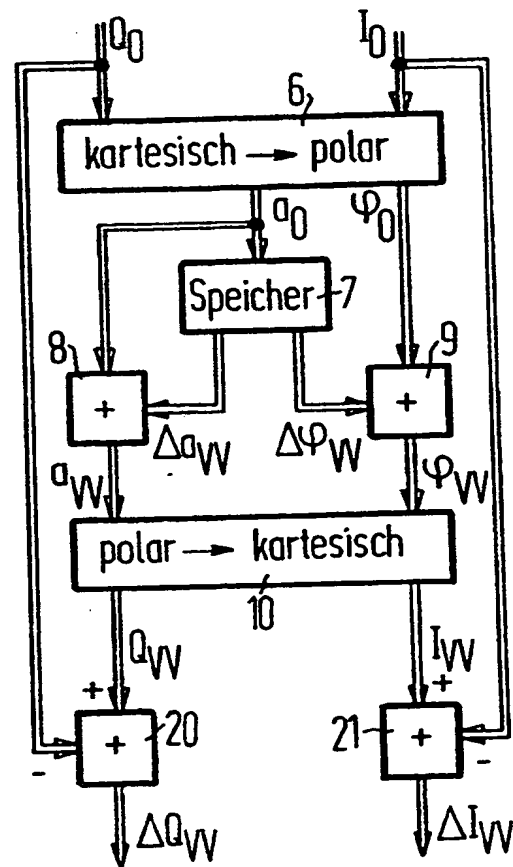


FIG 7

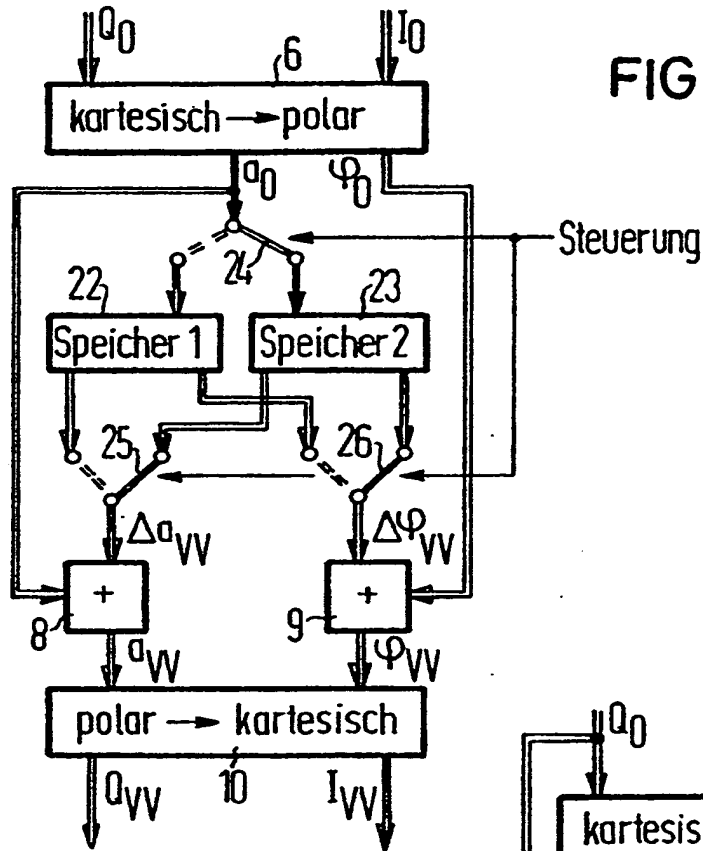
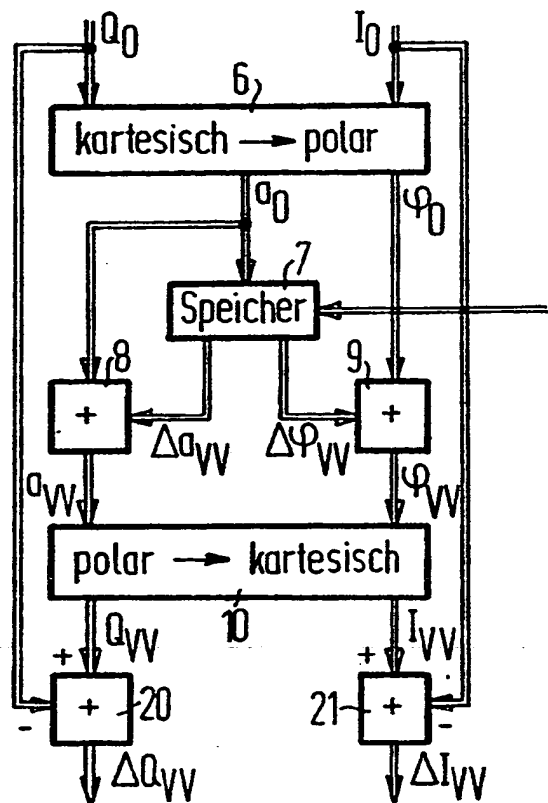
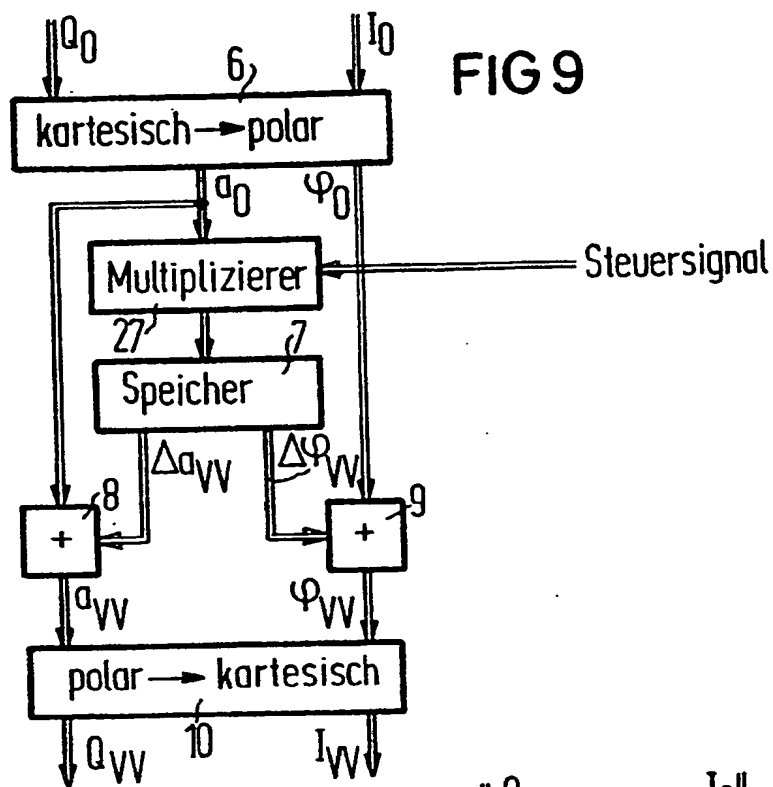


FIG 8





**FIG 10**

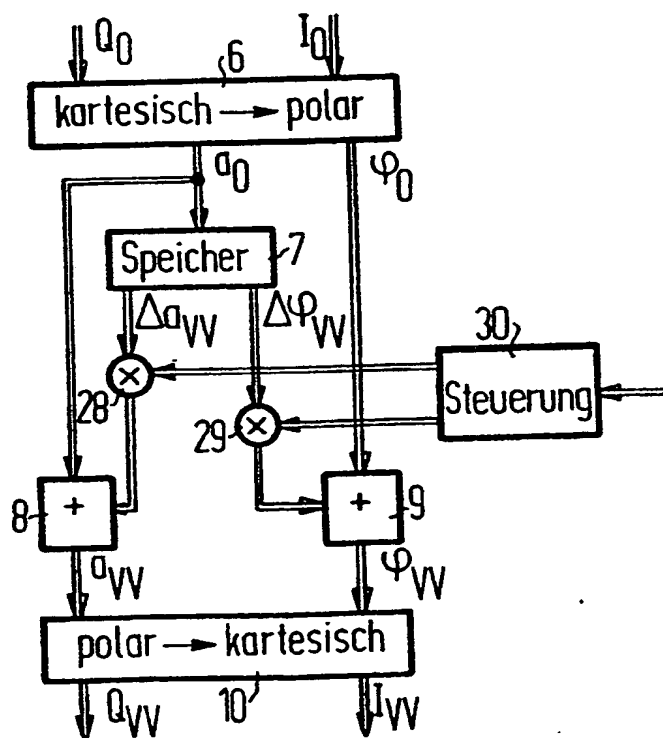


FIG 11

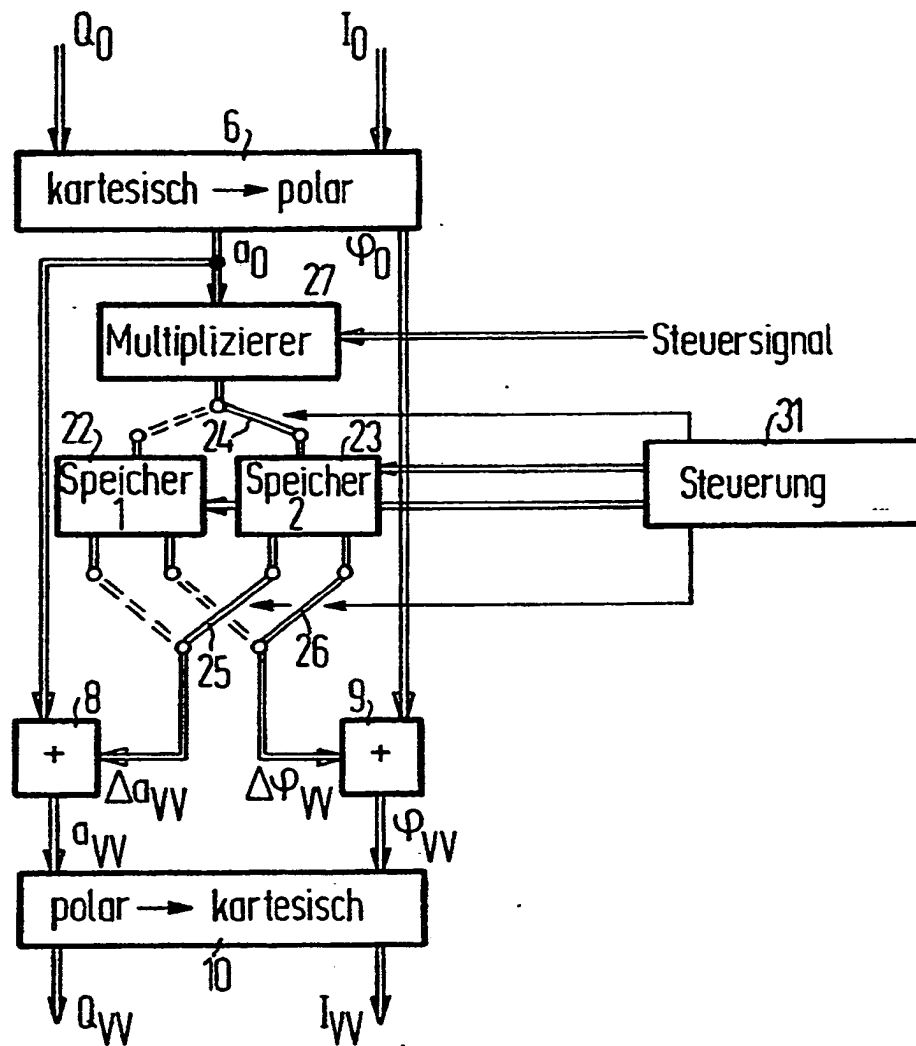


FIG 12

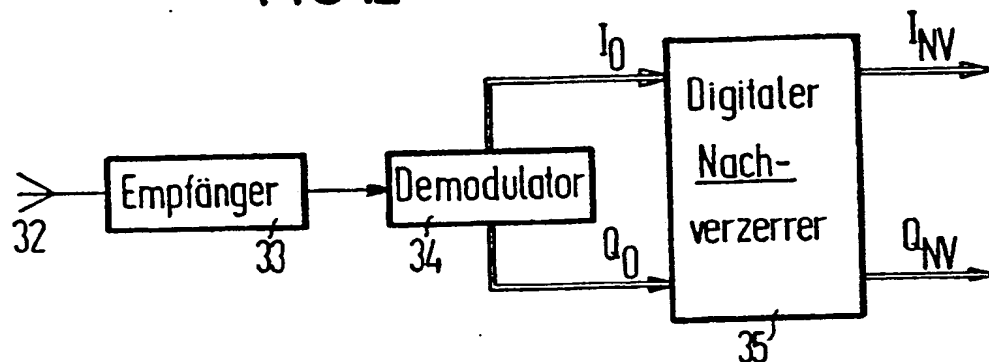


FIG 13

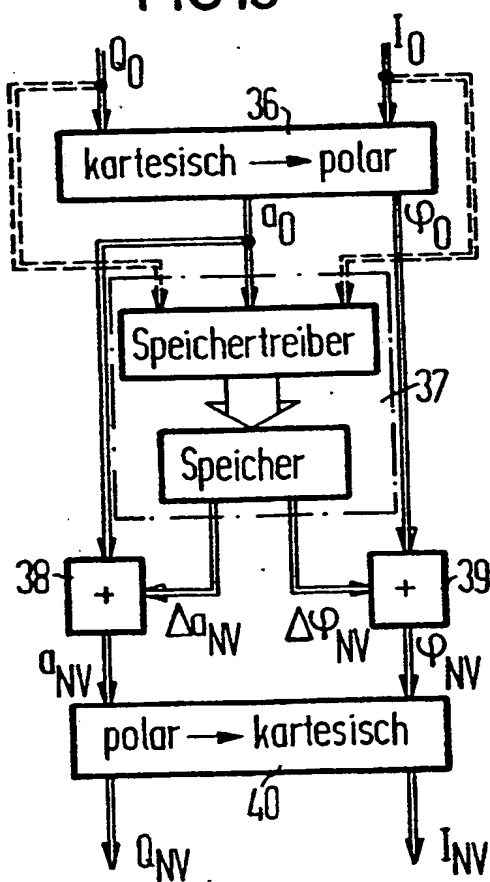


FIG 14

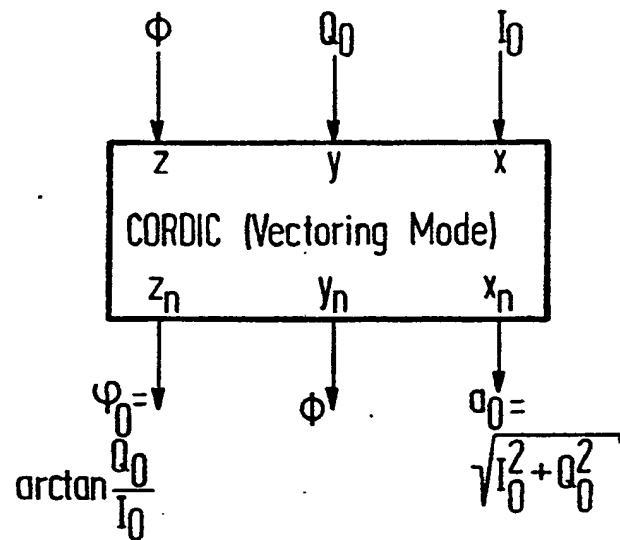
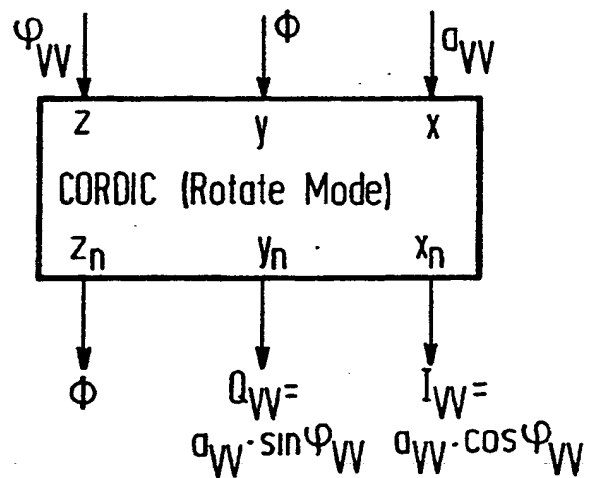


FIG 15





Europäisches  
Patentamt

# EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung

EP 89 10 0802

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int. Cl.5)
A	GB-A-2 173 074 (NEC) * Seite 6, rechte Spalte, Zeile 121 - Seite 7, rechte Spalte, Zeile 96; Figuren 11,16 *	1,2	H 04 L 27/02
A	EP-A-0 112 107 (FUJITSU) ---		
A	EP-A-0 281 652 (ANT) -----		
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int. Cl.5)
			H 04 L H 04 B
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort DEN HAAG		Abschlußdatum der Recherche 07-08-1989	Prüfer VEAUX, C. J.
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE			
X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : mündliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument I : aus andern Gründen angeführtes Dokument ----- & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**